

JP11-344714E

[Title of the Invention] LIQUID CRYSTAL CELL

[Abstract]

[Object] To provide a liquid crystal cell which can damp a vacuum generated between two electrode substrates as a result of the volume shrinkage of a liquid crystal having a high viscosity at the room temperature by communicating between two of a plurality of filling portions formed between two electrode substrates by a plurality of barrier walls through the intervening barrier walls.

[Solving Means] Each of the recess formed on an orientation film 26 of an upper electrode substrate 20, corresponding to the region between each adjacent pair of the two color filter layers of a plurality of color filter layers 22 formed on the upper electrode substrate 20, is formed as a through hole 41 which communicates each adjacent pair of the two filling portions from a plurality of filling portions 50 located between each barrier wall 40.

[Claims]

[Claim 1] A liquid crystal cell comprising:

two electrode substrates 10 and 20;  
a band seal 20a interposed between the electrode substrates at the peripheral edges thereof;  
a plurality of barrier walls 40 clamped in parallel to

and disposed apart from each other between the two electrode substrates at the inner peripheral side of the seal to form a plurality of filling portions 50; and

a liquid crystal 30 filled in each filling portion between the two electrode substrates through the seal,

wherein through holes 41 and 44 of the plurality of barrier walls are formed to communicate each adjacent pair of the two filling portions of a plurality of filling portions.

[Claim 2] The liquid crystal cell according to claim 1, wherein the individual through holes are formed in individual barrier walls around the inner wall of one of the two electrode substrates.

[Claim 3] A liquid crystal cell comprising:

two electrode substrates 10 and 20;

a band seal 20a interposed between the electrode substrates at the peripheral edges thereof;

a plurality of barrier walls 40 clamped in parallel to and disposed apart from each other between the two electrode substrates at the inner peripheral side of the seal to form a plurality of filling portions 50; and

a liquid crystal 30 filled in each filling portion between the two electrode substrates through the seal,

wherein each of the plurality of barrier walls is made of a single material and has a lower rigidity in at least

one portion of each barrier wall than that of other portions of each the barrier wall.

[Claim 4] The liquid crystal cell according to any one of claims 1 to 3, wherein the liquid crystal is a smectic liquid crystal and the individual through holes are formed to damp the vacuums in a plurality of filling portions caused by the volume shrinkage of a smectic liquid crystal.

[Claim 5] The liquid crystal cell according to any one of claims 1 to 3, wherein the liquid crystal is a smectic liquid crystal and when the smectic liquid crystal is filled up, a plurality of through holes have an opening shape to prevent the disturbance and stagnation of the flow of liquid crystal flowing to the individual through holes.

[Claim 6] The liquid crystal cell according to any one of claims 1 to 5, wherein at least one of the two electrode substrates is provided with orientation films 14 and 26 which are oriented in a one-axis direction as an inner surface thereof; and

a plurality of barrier walls are extended to a one axis orientation direction of the orientation films between the two electrode substrates.

[Claim 7] A liquid crystal cell comprising:

a first electrode substrate 10;

a second electrode substrate 20 which is opposite to the first electrode substrate and in which a plurality of

color filter layers 22 and a plurality of black mask layers 23 are alternatively arranged;

a band seal 20a interposed between the first electrode substrate and the second electrode substrate at the peripheral edges thereof;

a plurality of barrier walls 40 clamped between the first electrode substrate and the second electrode substrate to be perpendicular to a plurality of color filter layers in the vicinity of the inner circumference of the seal and forming a plurality of filling portions 50 between the first electrode substrate and the second electrode substrate to be arranged apart from and parallel to each other; and

a liquid crystal 30 filled in the individual filling portions through the seal between the first electrode substrate and the second electrode substrate,

wherein the individual recesses formed in the inner wall of the second substrate corresponding to regions between the adjoining two of a plurality of color filter layers are formed as through holes 41 and 44 for communicating the adjoining two of a plurality of filling portions.

[Claim 8] The liquid crystal cell according to claim 7, wherein the liquid crystal is a smectic liquid crystal and the individual through holes are formed to damp the vacuums in a plurality of filling portions caused by the volume

shrinkage of a smectic liquid crystal.

[Claim 9] The liquid crystal cell according to claim 1, wherein the liquid crystal is a smectic liquid crystal and when the smectic liquid crystal is filled up, a plurality of through holes have an opening shape to prevent the disturbance and stagnation of the flow of liquid crystal flowing to the individual through holes.

[Claim 10] The liquid crystal cell according to any one of claims 7 to 9, wherein at least one of the first and second electrode substrates is provided with orientation films 14 and 26 which are oriented in a one-axis direction as an inner wall thereof; and

a plurality of barrier walls are extended to a one-axis orientation direction of the orientation films between the first and second electrode substrates.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a liquid crystal cell employing a liquid crystal having a high viscosity at the room temperature such as a smectic liquid crystal.

[0002]

[Description of the Related Art]

Conventionally, the liquid crystal cell is constructed by

filling up a smectic liquid crystal between two electrode substrates interposed by a band seal, a spherical spacer, and an adhesive particle. However, when the electrode substrate is deformed by a local pressure or an impact applied to the liquid crystal cell, disturbance is generated in a specific layer structure of the smectic liquid crystal. However, the disturbance is not recovered although the deformation of the electrode substrate is removed.

[0003]

In order to solve the above-mentioned problem, as disclosed in Japanese Unexamined Patent Application Publication No. H7-318912, by providing a plurality of barrier walls 4 on the inner peripheral side of the seal between the two electrode substrates (see reference numerals 1 and 2 in Fig. 9) and closely contacting the individual barrier walls 4 on the inner surface of the two electrode substrates, it is considered to enhance the resistance to vibration and shock of the liquid crystal cell and to prevent the disturbance of a layer structure of the smectic liquid crystal.

[0004]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, In the liquid crystal cell, the phase structure of the smectic liquid crystal makes a complicated phase transition from the liquid phase (i.e., the isotropic

phase) in a high temperature state to, for example, a smectic A phase → a chiral smectic C phase → a chiral smectic CA phase, as the temperature lowers.

[0005]

According to this transition in the phase structure of the smectic liquid crystal, this smectic liquid crystal shrinks in its volume to generate a defect that bubbles are produced in the liquid crystal cell. That is, when a volume of the smectic liquid crystal shrinks, the liquid crystal cell of a structure having the plurality of barrier walls interposed between the two electrode substrates is disabled to change the space between the two electrode substrates and by the plurality of barrier walls.

[0006]

As a result, a filling portion filled with the smectic liquid crystal in the liquid crystal cell is evacuated to be negative pressure to gasify the gaseous component left in the liquid crystal cell so that the bubbles are produced. This difficulty is prominent especially when the liquid crystal cell having been filled with the smectic liquid crystal is left in a low temperature state (e.g., -20°C).

[0007]

This bubbling phenomenon will be described in more detail. The smectic liquid crystal has a high viscosity at the room temperature so that it cannot be injected as it is

into the liquid crystal cell. Therefore, the liquid crystal cell is heated to change the phase structure of the smectic liquid crystal into a liquid phase before the liquid crystal cell is filled with the smectic liquid crystal.

[0008]

After filling operation, the smectic liquid crystal is slowly cooled to the room temperature so that its orientation may be improved. However, according to this slow cooling, the volume of the smectic liquid crystal shrinks, as indicated by a "graph L" of Fig. 11. Therefore, even when the smectic liquid crystal reaches the room temperature, it is thought that the inside of the liquid crystal cell is evacuated to be negative pressure as a result of the volume shrinkage of the smectic liquid crystal.

[0009]

It would be better if the vacuum could be damped by deforming the liquid crystal cell with it, but the electrode substrates are hard to deform in the presence of the plurality of barrier walls. This makes it impossible to damp the vacuum in the liquid crystal cell so that the bubbles are produced in the liquid crystal cell. The situations in which the bubbles are produced will be described in more detail. These bubbles are linearly produced, as shown in FIGS. 9 and 10, at the individual widthwise centers of the plurality of filling portions 6 formed between the two

electrode substrates 1 and 2 by the plurality of barrier walls 4, and in the longitudinal direction of the individual filling portions.

[0010]

That is, it is thought that the linear bubbles 5 are produced at the widthwise centers of the individual filling portions 6 because the inside of the liquid crystal cell is evacuated by the volume shrinkage of the smectic liquid crystal in the individual filling portions 6 and because the excellent wettability between the smectic liquid crystal and the individual barrier walls made of a proper material establishes a force to attract the smectic liquid crystal toward the individual barrier walls.

[0011]

Thus, in the display area of the liquid crystal cell, a linear display occurs due to each of the linear bubbles 5. As a countermeasure against the aforementioned bubble production, it is conceivable to enhance the filling density of the liquid crystal cell with the smectic liquid crystal. This concept is exemplified by a method of filling the liquid crystal cell with the smectic liquid crystal by a pressure, as disclosed in Japanese Unexamined Patent Application Publication No. H6-67136. However, this disclosure has been insufficient for preventing the bubble production.

## [0012]

This point will be described in detail. The bubbles which are the unfilled regions of the smectic liquid crystal are surely reduced at the room temperature, but the liquid crystal cell may be used at 0°C or lower. Therefore, if the liquid crystal cell is exposed to this low temperature circumstance, the volume of the smectic liquid crystal further shrinks, as indicated by the graph L in Fig. 11, so that the inside of the liquid crystal cell is evacuated to be negative pressure. This evacuation is thought to produce the linear bubbles in the liquid crystal cell. Moreover, the bubbles thus once produced do not disappear but remain even if the temperature of the liquid crystal cell is returned to the room temperature, to cause the display defect in the display area (i.e., the area enclosed by single-dotted lines in Fig. 9) of the liquid crystal cell.

## [0013]

The present invention is to solve the above-mentioned problem, and an object of the present invention is to provide a method of manufacturing a liquid crystal display panel capable of enhancing the panel display at the periphery of the display portion.

## [0014]

## [Means for Solving the Problems]

In order to achieve the above-mentioned object,

according to a liquid crystal cell described in claim 1, a liquid crystal cell comprises two electrode substrates 10 and 20; a band seal 20a interposed between the electrode substrates at the peripheral edges thereof; a plurality of barrier walls 40 clamped in parallel to and disposed apart from each other between the two electrode substrates at the inner peripheral side of the seal to form a plurality of filling portions 50; and a liquid crystal 30 filled in each filling portion between the two electrode substrates through the seal.

[0015]

Through holes 41 and 44 of the plurality of barrier walls are formed to communicate each adjacent pair of the two filling portions of a plurality of filling portions. When the smectic liquid crystal in the softened state are filled by vacuum in the individual filling portions between the two electrode substrates of a liquid crystal cell thus constructed, because the space between the two electrode substrates is kept invariable by the individual barrier walls, although the liquid crystals are shrunk by the temperature, the two electrode substrates can be not deformed, so that the vacuum is generated in the individual filling portions.

[0016]

However, as described above, because the individual

through holes are formed in the individual barrier walls, the liquid crystals in adjacent two the individual through the barrier walls pass through the individual through holes of the individual barrier walls and flow to each other, and the vacuum is damped. Further, as described above, although smectic liquid crystals in the individual filling portions are shrunk in the volume, because the space between the two electrode substrates is kept invariable by the individual barrier walls, the volume of bubbles around the inner surface of the seal is increased by the vacuum. That is, because the space between the two electrode substrates is kept invariable, the volume of bubbles around the inner surface of the seal is increased by the vacuum shrinkage amount of the liquid crystals and damps the vacuum.

[0017]

Accordingly, the vacuum is smoothly damped in the individual filling portions and generation of linear bubbles can be prevented in advance in the display area of the liquid crystals. Here, according to claim 2, in the liquid crystal cell described in claim 1, the individual through holes may be formed in the individual barrier walls around an inner wall of one of the two electrode substrates.

[0018]

Further, according to claim 3, a liquid crystal cell comprises two electrode substrates 10 and 20; a band seal

20a interposed between the electrode substrates at the peripheral edges thereof; a plurality of barrier walls 40 clamped in parallel to and disposed apart from each other between the two electrode substrates at the inner peripheral side of the seal to form a plurality of filling portions 50; and a liquid crystal 30 filled in each filling portion between the two electrode substrates through the seal.

[0019]

In orientation films 14 and 26 facing the plurality of barrier walls and between end surfaces 42 and 43 of the plurality of barrier walls facing these orientation films, when one electrode substrate is formed, one of the two electrode substrates that is a recess formed in the inner surface is formed as through holes 41 and 44 for communicating the adjoining two of a plurality of filling portions.

[0020]

In this way, although the through holes are formed as a recess of its inner surface when one of the two electrode substrates is formed, it is possible to obtain the same functions and effects as the invention described in claim 1. Further, according to claim 4, in the liquid crystal cell described in any one of claims 1 to 3, the liquid crystal is a smectic liquid crystal and the individual through holes are formed to damp the vacuums in a plurality of filling

portions caused by the volume shrinkage of a smectic liquid crystal.

[0021]

Therefore, it is possible to enhance the functions and effects of the invention described in any one of claims 1 to 3. Further, according to claim 5, in the liquid crystal cell described in any one of claims 1 to 3, the liquid crystal is a smectic liquid crystal and when the smectic liquid crystal is filled up, a plurality of through holes have an opening shape to prevent the disturbance and stagnation of the flow of liquid crystal flowing to the individual through holes.

[0022]

Therefore, after filling the smectic liquid crystal, it is possible to prevent the defects such as the orientation defect of the smectic liquid crystal or the separation of the liquid crystal layer. Further, according to claim 6, in the liquid crystal cell described in any one of claims 1 to 5, at least one of the two electrode substrates is provided with orientation films 14 and 26 which are oriented in a one-axis direction as an inner surface thereof; and a plurality of barrier walls are extended to a one axis orientation direction of the orientation films between the two electrode substrates.

[0023]

Accordingly, it is possible to secure the strength of a phase structure of the liquid crystals and thus it is possible to obtain the functions and effects of the invention described in any one of claims 1 to 5 while securing good display. Further, according to claim 7, the liquid crystal cell comprises a first electrode substrate 10; a second electrode substrate 20 which is opposite to the first electrode substrate and in which a plurality of color filter layers 22 and a plurality of black mask layers 23 are alternatively arranged; a band seal 20a interposed between the first electrode substrate and the second electrode substrate at the peripheral edges thereof; a plurality of barrier walls 40 clamped between the first electrode substrate and the second electrode substrate to be perpendicular to a plurality of color filter layers in the vicinity of the inner circumference of the seal and forming a plurality of filling portions 50 between the first electrode substrate and the second electrode substrate to be arranged apart from and parallel to each other; and a liquid crystal 30 filled in the individual filling portions through the seal between the first electrode substrate and the second electrode substrate.

[0024]

The individual recesses formed in the inner wall of the second substrate corresponding to regions between the

adjoining two of a plurality of color filter layers are formed as through holes 41 and 44 for communicating the adjoining two of a plurality of filling portions. In this way, although one of the two electrode substrates comprises a color filter layer and a black mask layer, as described above, as a through hole is formed as a recess formed in the inner wall of the second electrode substrate corresponding to the region between the respective two color filter layers, it is possible to obtain the functions and effects similar with the invention described claim 1.

[0025]

Further, according to claim 8, in the liquid crystal cell described in claim 7, the liquid crystal is a smectic liquid crystal and the individual through holes are formed to damp the vacuums in a plurality of filling portions caused by the volume shrinkage of a smectic liquid crystal. In this way, it is possible to obtain the functions and effects similar with the invention described claim 4.

[0026]

Further, according to claim 9, in the liquid crystal cell described in claim 7, The liquid crystal cell according to claim 1, wherein the liquid crystal is a smectic liquid crystal and when the smectic liquid crystal is filled up, a plurality of through holes have an opening shape to prevent the disturbance and stagnation of the flow of liquid crystal

flowing to the individual through holes. In this way, it is possible to obtain the functions and effects similar with the invention described claim 5.

[0027]

Further, according to claim 10, in the liquid crystal cell described in any one claims 7 to 9, at least one of the first and second electrode substrates is provided with orientation films 14 and 26 which are oriented in a one-axis direction as an inner wall thereof; and a plurality of barrier walls are extended to a one-axis orientation direction of the orientation films between the first and second electrode substrates.

[0028]

In this way, it is possible to obtain the functions and effects substantially similar with the invention described claim 6.

[0029]

[Description of the Embodiments]

A first embodiment of the present invention will be described with reference to Figs. 1 to 11.

(First Embodiment)

Figs. 1 to 3 show a first embodiment of a liquid crystal cell according to the present invention. The liquid crystal cell is provided with a lower electrode substrate 10 and an upper electrode substrate 20, between which a smectic

liquid crystal 30 is disposed together with a plurality of barrier walls 40 on the inner side of a band seal 20a (as referred to Fig. 7). Here, the smectic liquid crystal 30 is exemplified by a ferroelectric liquid crystal (FLC) or an anti-ferroelectric liquid crystal (AFLC). On the other hand, the smectic liquid crystal 30 may be replaced by a liquid crystal having similar viscosity characteristics such as a liquid crystal having a high viscosity at the room temperature.

[0030]

The lower electrode substrate 10 is constructed by forming a plurality of metal electrodes 2, a plurality of transparent electrodes 13 and an orientation film 14 in this order on the inner surface of a transparent substrate 11. Here, each metal electrode 2 is formed between a back face of the widthwise central portion of the corresponding transparent electrode 13 and the inner surface of the transparent substrate 11 in the longitudinal direction of the corresponding transparent electrode 13. In this way, each metal electrode 2 lowers the internal resistance of each corresponding transparent electrode 13. Here, the orientation film 14 is omitted from Fig. 1. The electrode substrate 10 corresponds to a scanning electrode substrate.

[0031]

On the other hand, the upper electrode substrate 20 is

constructed by forming a plurality of color filter layers 22, a plurality of black mask layers 23, an over coat layer 24, a plurality of transparent electrodes 25, and an orientation film 26 in this order on the inner surface of a transparent substrate 21. Here, the plurality of color filter layers 22 and the plurality of black mask layers 23 are alternately formed to be in parallel to each other along the inner surface of the transparent substrate 21. Each transparent electrode 25 faces the corresponding color filter layer 22 through the over coat layer 24 and extends along the corresponding color filter layer 22.

[0032]

The plurality of transparent electrodes 25 are arranged to extend at a right angle with respect to the plurality of transparent electrodes 13 to construct a plurality of matrix pixels together with the smectic liquid crystal 30. Here, the over coat layer 24 and the orientation film 26 are omitted from Fig. 1. The electrode substrate 20 corresponds to a signal electrode substrate. Each barrier wall 40 faces each corresponding metal electrode 12 through the widthwise central portion of each corresponding transparent electrode 13 and extends in a stripe shape in the longitudinal direction of the metal electrode 12. Here, each barrier wall 40 has the same width as that of each corresponding metal electrode 12.

[0033]

As a result, the plurality of barrier walls 40 are closely clamped between the two electrode substrates 10 and 20 to form a plurality of filling portions 50 to keep an equal space between the two electrode substrates 10 and 20 and to enhance the resistance to vibration and shock as the liquid crystal cell. On the other hand, each barrier wall 40 is provided, as shown in Fig. 3, with a through hole 41 which is formed along the region between the two of the color filter layers 22 and in the back face 42 of each barrier wall 40 over the inner face (as located on the side of the smectic liquid crystal 30) of the orientation film 14.

[0034]

As a result, the through holes 41 are formed in the number corresponding to that of the regions between the individual color filter layers 22 and in the widthwise direction of the barrier walls to communicate between the two filling portions 50 located on the two sides of the barrier walls. A process for manufacturing the liquid crystal cell thus constructed will be described with reference to Figs. 4 and 5.

[0035]

At a lower electrode substrate forming step S1 of Fig. 4, the lower electrode substrate 10 thus constructed is formed. Next, an upper electrode substrate forming step S2

will be described with reference to Figs. 4 and 5. First of all, at a black mask forming step S21 of Fig. 5, the plurality of black mask layers 23 are formed in parallel at a predetermined space on the inner surface of the transparent substrate 21.

[0036]

Next, at a color filter layer forming step S22, the plurality of color filter layers 22 are formed on the inner surface of the transparent substrate 21 individually between the adjoining two of the plurality of black mask layers 23 and in the longitudinal direction of the black mask layers 23. After this, at an over coat forming step S23, the over coat layer 24 is formed on the inner surface of the transparent substrate 21 through the plurality of color filter layers 22 and the plurality of black mask layers 23.

[0037]

Then, at a transparent electrode forming step S24, each transparent electrode 25 is so formed along each corresponding color filter layer 22 as to face the color filter layer 22 through the over coat layer 24. After this, at an orientation film forming step S25, the orientation film 26 is formed on the over coat layer 24 through the individual transparent electrodes 25.

[0038]

After the end of this upper electrode substrate forming

step S2, at a barrier wall forming step S3 of Fig. 4, the plurality of barrier walls 40 are formed on the inner surface of the upper electrode substrate 20, as follows. Specifically, a photoresist material is applied to a thickness of about 1.6 microns to the whole inner surface of the upper electrode substrate 20 including the inner surface of the orientation film 26 thereby to form a photoresist film. Then, this photoresist film is subjected to an exposing/developing treatment to a predetermined pattern (i.e., a pattern corresponding to the plurality of mutually parallel barrier walls 40 and the plurality of mutually parallel metal electrodes 2) by a photolithographic method to form the plurality of barrier walls 40 on the inner surface of the upper electrode substrate 20.

[0039]

At this time, those regions of the resist film, which correspond to the grooves between the adjoining two of the color filter layers 22, are recessed to a depth of the recesses which are formed after the formation of the over coat layer 24. These recesses have a depth ranging from about 0.5 to 1.0 microns although different depending upon the structure of the electrode substrate 20 forming the color filter layers 22, the black mask layers 23, the over coat layer 24, and the transparent electrodes 25.

[0040]

Here in this embodiment: the black mask layers 23 are given a thickness of about 0.2 microns; the color filter layers 22 are given a thickness of about 1.6 microns; the over coat layer 24 is given a thickness of about 1.2 microns; and the transparent electrodes 25 are given a thickness of about 2,000 angstroms. Next, the inner surface of the orientation film 14 of the lower electrode substrate 10 is subjected to a rubbing treatment at a rubbing step S4, and the inner surface of the orientation film 26 of the upper electrode substrate 20 is subjected to a rubbing treatment at a rubbing step S5 through the plurality of barrier walls 40. Here, the direction to rub the two orientation films 14 and 26 regulates the orientation direction of the smectic liquid crystal 30 when the two electrode substrates 10 and 20 are overlapped.

[0041]

At these rubbing steps, the rubbing directions of the individual orientation films 14 and 26 are desired to be in parallel to the longitudinal direction of the individual barrier walls 40 and either in the same direction or in the opposite directions, as will be reasoned in the following. As has already been described with reference to Figs. 9 and 10, the bubbles are linearly produced in the longitudinal direction of the barrier walls 40 at the widthwise central portion of the individual filling portions 50. As described

above, moreover, these linear bubbles are thought to appear at the widthwise centers of the individual filling portions 50, because vacuums are established in the individual filling portions 50 by the volume shrinkage of the smectic liquid crystal in the individual filling portions 50 and because a force to attract the smectic liquid crystal toward the barrier walls 40 is established by the excellent wettability between the smectic liquid crystal and the barrier walls 40.

[0042]

As a result, liquid crystal layers 31 of the smectic liquid crystal 30 are formed in parallel in the longitudinal direction of the barrier walls 40, as shown in Fig. 6(a), when the inner surface of the orientation film 26 is rubbed in the direction (as indicated by arrow A) perpendicular to the longitudinal direction of the barrier walls 40. Furthermore, the smectic liquid crystal 30 is characterized to be easily separated by the liquid crystal layers 31 so that the linear bubbles are likely to appear when the filling portions 50 are evacuated.

[0043]

On the other hand, when the inner surface of the orientation film 26 is rubbed in a direction (as indicated by arrow B) in parallel with the longitudinal direction of the barrier walls 40, as shown in Fig. 6(b), the liquid

crystal layers 31 of the smectic liquid crystal 30 are formed in a direction perpendicular to the longitudinal direction of the barrier walls 40. This makes it hard to cause the separation in the liquid crystal layers 31. This means that the liquid crystal layers 31 are strong against the vacuums in the filling portions 50.

[0044]

Therefore, as described above, the directions to rub the individual orientation films 14 and 26 are desired to be in parallel with the longitudinal direction of the individual barrier walls 40 and either in the same direction or in the opposite directions. At a next seal printing step S6, the peripheral edge portion of the inner surface of the electrode substrate 10 is printed with a thermoset resin in a U-shape to form the seal 20a. Simultaneously with this, a liquid crystal filling port is also formed.

[0045]

After this, at a superposing step S7, the two electrode substrates 10 and 20 are superposed through the seal 20a and the plurality of barrier walls 40. In this case, the superposition of the two electrode substrates 10 and 20 is so performed that the individual orientation directions of the two orientation films 14 and 26 may be in parallel with the longitudinal direction of the individual barrier walls 40. Next, the treatment of a heating and pressing step S8

is taken in the following manner.

[0046]

The two electrode substrates 10 and 20 thus superposed are arranged in a heating and pressing apparatus 60, as shown in Fig. 4, and the inside of this apparatus 60 is then heated by a heater. After this, a nitrogen gas N<sup>2</sup> is pumped from a gas supply pipe 63 to the inside of an air bag 62 (made of silicone rubber) which is mounted on the inner face of an upper wall 61 of the heating and pressing apparatus 60. According to this pumping operation, the air bag 62 is inflated to press the two electrode substrates 10 and 20 uniformly on a table plate 64. At this time, the pressure is 0.9 Kg/cm<sup>2</sup>, and the heating temperature is 190°C. In this state, the two electrode substrates 10 and 20 are held for 60 minutes. After this, the inside of the heating and pressing apparatus 60 is returned to the room temperature and the atmospheric pressure by a slow cooling.

[0047]

According to the treatment of the heating and pressing step S8 thus far described, the height of the individual barrier walls 40 (as corresponding to the space between the two electrode substrates 10 and 20) is crushed to about 0.1 to 0.2 microns. Considering that the metal electrodes 12 have the aforementioned thickness of about 0.3 microns, the thickness of the liquid crystal layers of the smectic liquid

crystal 30, i.e., the space between the two electrode substrates 10 and 20 is finally about 1.7 microns.

[0048]

Here, the method of adjusting the crush of the heights of the individual barrier walls 40 is exemplified by a method of adjusting the hardness of the individual barrier walls 40 and by a method of adjusting the force to crush the individual barrier walls 40. The former is exemplified by adjusting the pre-baking temperature and time, whereas the latter is exemplified by adjusting the pressure to be applied to the two electrode substrates 10 and 20. In the heating and pressing treatment thus described, on the basis of the difference between the thickness of the individual color filter layers 22 and the thickness of the individual black mask layers 23, the upper faces of the individual barrier walls 40 rise into the grooved regions between the individual two color filter layers 22 at the portions corresponding to the grooved regions, as shown in Fig. 3.

[0049]

Accordingly, those portions of the back faces 42 of the individual barrier walls 40, which correspond to the aforementioned individual raised portions, are recessed according to the rises of the individual raised portions. As a result, the individual recessed portions of the back faces 42 of the individual barrier walls 40 are formed as

the individual through holes 41 between the back faces 42 and the inner surface of the orientation film 14. Therefore, for the individual barrier walls 40, the individual through holes 41 communicate between the two filling portions 50 which are located on the two sides of the corresponding barrier walls 40.

[0050]

Here, the individual barrier walls 40 are crushed in their heights to about 0.1 to 0.2 microns, as described above, so that the through holes 41 have an internal diameter ranging from 0.3 to 0.9 microns. If the flows of the smectic liquid crystal into the individual through holes 41 are turbulent or stagnant at a filling step of the smectic liquid crystal to be described later, this smectic liquid crystal is caused to have an orientation defect. Therefore, the internal diameter of the individual through holes 41 may be sized to prevent the aforementioned disturbance and stagnation of the flows.

[0051]

Next, at a liquid crystal filling step S9, the two electrode substrates 10 and 20 thus heated and pressed are contained and heated in a vacuum container at about 20°C. In this state, the inside of the vacuum container is evacuated for about 2 hours to evacuate the region between the two electrode substrates 10 and 20, and a smectic liquid

crystal is dropped to a portion near the liquid crystal filling port of one of the two electrode substrates 10 and 20. Accordingly, the smectic liquid crystal softens to plug the liquid crystal filling port of the seal 20a.

[0052]

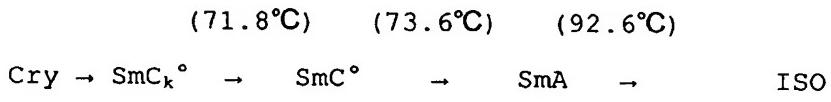
In this state, the inside of the vacuum container is returned to the atmospheric pressure, and then this atmospheric pressure is kept for 12 hours. At this state, according to the differential pressure established between the region in and the outside of the two electrode substrates 10 and 20, the smectic liquid crystal is sucked and filled into the individual filling portions 50 between the two electrode substrates 10 and 20 through the liquid crystal filling port of the seal 20a. Thus, the filling step of the smectic liquid crystal is ended.

[0053]

After this, at a sealing step S10, the liquid crystal filling port of the seal 20a is plugged. As a result, the manufacture of the liquid crystal cell is ended. Here, at the aforementioned liquid crystal filling step S9, it is difficult to completely eliminate the bubbles which are produced in the individual filling portions 50 between the two electrode substrates 10 and 20. The bubbles are left in the vicinity of the inner surface of the seal 20a, as indicated by a reference numeral P in Fig. 7.

[0054]

Here, in this embodiment, the volume change of the smectic liquid crystal filled into the individual filling portions 50, with the temperature of the smectic liquid crystal follows a graph L of Fig. 11. The liquid crystal phase series of the smectic liquid crystal are as follows, or vice versa:



[0055]

As a result, the smectic liquid crystal filled at 120 $^{\circ}\text{C}$  has a volume of 0.958 cm<sup>3</sup> /g in the ISO phase (i.e., isotropic phase) and shrinks by about 8% at the room temperature of 25 $^{\circ}\text{C}$  and by about 10% at -20 $^{\circ}\text{C}$ . However, even if the liquid crystal cell thus manufactured is left at a temperature as cold as -20 $^{\circ}\text{C}$  for 100 hours, the residual region of the bubbles P in the vicinity of the seal 20a becomes wide, but no linear bubble is produced in the display area of the liquid crystal cell. This causes no display defect in the liquid crystal cell.

[0056]

The reasons for this phenomenon will be described. First of all, the aforementioned volume shrinkage occurs in the smectic liquid crystal in the individual filling portions 50 between the two electrode substrates 10 and 20,

but the through holes 41 are formed between the individual barrier walls 40 and the orientation film 14, as described above. As a result, the liquid crystal portions in the two filling portions 50 adjoining each other through the barrier walls 40 flow to and from each other through the individual through holes 41 of the barrier walls 40 to damp the vacuums which are established in the individual filling portions 50.

[0057]

Secondly, when the smectic liquid crystal in the individual filling portions 50 shrinks in its volume, the volume of the bubbles P in the vicinity of the inner surface of the seal 20a increases with the aforementioned vacuum because the space between the two electrode substrates 10 and 20 is kept invariable by the individual barrier walls 40. This means that the volume of the bubbles P will increase by the volume shrinkage of the smectic liquid crystal to damp the vacuums because the space between the two electrode substrates 10 and 20 is invariable.

[0058]

It can be concluded that the vacuums in the individual filling portions 50 are so satisfactory damped on the basis of the first and second phenomena described above and that the establishment of the linear bubbles in the display area of the liquid crystal cell can be prevented in advance.

(Second Embodiment)

Fig. 8 shows a second embodiment of the liquid crystal cell according to the present invention.

[0059]

In this second embodiment, individual through holes 44 are formed in place of the individual through holes 41, as described in connection with the first embodiment, between the upper electrode substrate 20 and the individual barrier walls 40. Here, the individual through holes 44 are formed in the following manner. When the upper electrode substrate 20 is formed at the upper electrode substrate forming step S2, as described in the first embodiment, those portions of the orientation film 26 and the over coat layer 24, which correspond to the groove-shaped regions of the two adjoining color filter layers 22, are recessed into the individual groove-shaped regions, as shown in Fig. 8.

[0060]

Unlike the first embodiment, in this second embodiment, the plurality of barrier walls 40 are formed by a method similar to the aforementioned one on the inner surface of the orientation film 14 of the lower electrode substrate 10 which is formed at the lower electrode substrate forming step S1 of Fig. 4. In this case, since the orientation film 14 of the lower electrode substrate 10 is flat, the two upper and lower end faces of the individual barrier walls 40 are generally in parallel as a whole, as shown in Fig. 8.

[0061]

After this, the treatments of the two rubbing steps S4 and S5 and the seal printing step S6 of Fig. 4 are taken substantially like the first embodiment. After these steps, at the superposing step S7 of Fig. 4, the two electrode substrates 10 and 20 are so superposed as in the first embodiment that the orientation directions of the two orientation films 14 and 26 are in parallel with the longitudinal direction of the individual barrier walls 40.

[0062]

As a result, the individual through holes 44 are formed between the orientation film 26 and the surfaces 43 of the individual barrier walls 40, as shown in Fig. 8. Next, the treatment of the heating and pressing step S8 of Fig. 4 is made. At this heating and pressing step S8, the two electrode substrates 10 and 20 are heated and pressed, as described in connection with the first embodiment, but the two upper and lower end faces 41 and 43 of the individual barrier walls 40 are in parallel as a whole, and the orientation film 14 of the electrode substrate 10 is also flat.

[0063]

Therefore, even after the heating and pressing treatment, the orientation film 26 is kept to have the recesses, as shown in Fig. 8. As a result, the individual

through holes 44 are formed between the electrode substrate 20 and the individual barrier walls 40, as shown in Fig. 8. The individual through holes 44 thus formed communicate between the two filling portions 50 through the barrier walls 40 like the individual through holes 41 described in connection with the first embodiment.

[0064]

As a result, operations and effects similar to those of the first embodiment can be achieved. In the practice of the present invention, the liquid crystal cell may not use any color filter layer. In this modification, recesses corresponding to the through holes 41 or 44 of the first or second embodiment are formed by setting the thickness of the individual transparent electrodes of one of the two electrode substrates of the liquid crystal cell to such a value as to form those through holes.

[0065]

Furthermore, upon the practice of the present invention, the liquid crystal should not be limited to the smectic liquid crystal but can adopt a liquid crystal which has a viscosity characteristic to the temperature like that of the smectic liquid crystal.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a perspective view illustrating a portion of

a liquid crystal cell of a first embodiment according to the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a cross-sectional view taken along line 2-2 of Fig. 1.

[Fig. 3]

Fig. 3 is a cross-sectional view taken along line 3-3 of Fig. 1.

[Fig. 4]

Fig. 4 is a flow chart illustrating a method of manufacturing the liquid crystal cell of Fig. 1.

[Fig. 5]

Fig. 5 is a flow chart illustrating a detailed process of an upper electrode substrate forming step of Fig. 4.

[Fig. 6]

Figs. 6(a) and 6(b) are schematic cross-sectional views of portions of liquid crystal cells illustrating phase structures of smectic liquid crystals of the case in which an orientation film of the first embodiment is rubbed in directions of arrows A and B.

[Fig. 7]

Fig. 7 is a partial top plan view illustrating the state of bubbles produced in the vicinity of the inner circumference of a seal at a liquid crystal filling step of Fig. 4, with the upper electrode substrate being removed.

[Fig. 8]

Fig. 8 is a partial cross-sectional view illustrating a liquid crystal cell of a second embodiment according to the present invention.

[Fig. 9]

Fig. 9 is a top plan view illustrating a conventional liquid crystal cell.

[Fig. 10]

Fig. 10 is a cross-sectional view of a portion taken along line 10-10 of Fig. 9.

[Fig. 11]

Fig. 11 is a graph plotting a relation between a volume and a temperature of a smectic liquid crystal in a conventional liquid crystal cell.

[Reference Numerals]

10, 20: electrode substrate

14, 26: orientation film

20a: seal

22: color filter layer

23: black mask layer

30: smectic liquid crystal

40: barrier wall

41, 44: through hole



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 両電極基板(10、20)と、これら両電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、このシールの内周側にて前記両電極基板の間に互いに間隔をおいて並行に挟持されて複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、前記両電極基板間に前記シールを介し前記各充填部に充填された液晶(30)とを備える液晶セルにおいて、前記複数条の隔壁には、貫通孔部(41、44)が前記複数の充填部のうち互いに隣接する各両充填部を相互に連通させるようにそれぞれ形成されていることを特徴とする液晶セル。

【請求項2】 前記各貫通孔部は、前記両電極基板の一方の内壁近傍にて、前記各隔壁に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の液晶セル。

【請求項3】 両電極基板(10、20)と、これら両電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、このシールの内周側にて前記両電極基板の間に互いに間隔をおいて並行に挟持されて複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、前記両電極基板間に前記シールを介し前記各充填部に充填された液晶(30)とを備える液晶セルにおいて、前記両電極基板の一方は、その前記複数条の隔壁に対向する内表面(14、26)にて、これに對向する前記複数条の隔壁の端面(42、43)との間にて、前記一方の電極基板の形成時にその内表面に形成される瘤みでもって、前記複数の充填部のうち互いに隣接する各両充填部を相互に連通させる貫通孔部(41、44)を形成してなることを特徴とする液晶セル。

【請求項4】 前記液晶はスメクチック液晶であって、前記各貫通孔部は、前記スメクチック液晶の体積収縮に伴い前記複数の充填部内に発生する負圧を緩和するようにならか一つに記載の液晶セル。

【請求項5】 前記液晶はスメクチック液晶であって、前記複数の貫通孔部は、前記スメクチック液晶の充填時に前記各貫通孔部内に流動する液晶部分の流れの淀みや乱れの発生を防止するような開口形状を有することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一つに記載の液晶セル。

【請求項6】 前記両電極基板の少なくとも一方は、その内表面として、一軸配向処理された配向膜(14、26)を備えており、前記複数条の隔壁は、前記両電極基板の間にて、前記配向膜の一軸配向処理の方向に沿い延在していることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一つに記載の液晶セル。

【請求項7】 第1電極基板(10)と、

この第1電極基板に対向する第2電極基板であってカラーフィルタ層(22)及び遮光層(23)を交互に複数条ずつ配置するよう内蔵してなる第2電極基板(20)と、

前記第1及び第2の電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、

このシールの内周側にて前記複数のカラーフィルタ層に直交するよう前記第1及び第2の電極基板の間に挟持された複数条の隔壁であって互いに間隔をおいて並行に

位置されて前記第1及び第2の電極基板の間に複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、

前記第1及び第2の電極基板間に前記シールを介し前記各充填部に充填された液晶(30)とを備える液晶セルであって、

前記複数のカラーフィルタ層のうち互いに隣接する各両カラーフィルタ層の間の領域に対応して前記第2電極基板の内壁に形成される各瘤みが、前記複数の充填部のうち互いに隣接する各両充填部を相互に連通させる貫通孔部(42、44)として形成されている液晶セル。

20 【請求項8】 前記液晶はスメクチック液晶であって、前記各貫通孔部は、前記スメクチック液晶の体積収縮に伴い前記複数の充填部内に発生する負圧を緩和するようにならか一つに記載の液晶セル。

【請求項9】 前記液晶はスメクチック液晶であって、前記複数の貫通孔部は、前記スメクチック液晶の充填時に前記各貫通孔部内に流動する液晶部分の流れの淀みや乱れの発生を防止するような開口形状を有することを特徴とする請求項7に記載の液晶セル。

30 【請求項10】 前記第1及び第2の電極基板の少なくとも一方は、その内壁として、一軸配向処理された配向膜(14、26)を備えており、前記複数条の隔壁は、前記第1及び第2の電極基板の間にて、前記配向膜の一軸配向処理の方向に沿い延在していることを特徴とする請求項7乃至9のいずれか一つに記載の液晶セル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スメクチック液晶等の常温では比較的高粘度を有する液晶を用いる液晶セルに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種の液晶セルにおいては、帯状シール、球状スペーサ及び接着微粒子を介装した両電極基板の間にスメクチック液晶を充填して構成したものがある。ところで、この液晶セルに対し局所的な押圧力や衝撃力が加わって電極基板が変形した場合、スメクチック液晶に固有の層構造に乱れが発生する。しかし、この乱れは、電極基板の変形がなくなても、元に戻らないという問題がある。

【0003】これに対しても、特開平7-318912号公報にて開示されているように、両電極基板(図9にて各符号1、2参照)の間にシール(図9にて符号3参照)の内側にて複数条の隔壁4を設けて、これら各隔壁4を両電極基板の各内表面に密着させることで、液晶セルの耐震性や耐衝撃性を高めて、上述のようなスマートチック液晶の構造の乱れの発生を防止することが考えられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記液晶セルにおいて、スマートチック液晶の相構造は、高温状態である液体相(即ち、等方相)からの温度の低下に伴い、例えば、スマートチックA相 → カイラルスマートチックC相 → カイラルスマートチックCA相のように複雑な相変化を示す。

【0005】しかし、このようなスマートチック液晶の相構造の変化に伴い、スマートチック液晶の体積が収縮し、液晶セルの内部に気泡が発生するという不具合が生じる。この点につき検討してみたところ、スマートチック液晶の体積に収縮が生じた場合、複数の隔壁を両電極基板の間に設けた構造の液晶セルでは、両電極基板の間の間隔が複数の隔壁のために変形できない。

【0006】このため、液晶セル内にスマートチック液晶を充填した領域が負圧となり、その結果、液晶セル内に残留している気体成分が発泡して上記気泡として発生するものと考えられる。このような不具合は、特に、スマートチック液晶の注入後の液晶セルを低温状態(例えば、-20℃)に放置した場合に顕著に生ずる。

【0007】ここで、以上のような気泡発生現象をさらに詳細に説明すると、スマートチック液晶は常温では高い粘度を有しているため、このままでは、スマートチック液晶の液晶セル内への注入は困難である。よって、液晶セルを加熱することでスマートチック液晶の相構造を液体相の状態にした上で、液晶セル内にスマートチック液晶を注入により充填する。

【0008】この充填後、スマートチック液晶の配向を良好にするため、スマートチック液晶を常温まで徐冷する。しかし、このような徐冷に伴い、スマートチック液晶の体積が、図11のグラフにして示すように収縮していく。従って、スマートチック液晶の温度が常温となったときでも、液晶セルの内部は、スマートチック液晶の体積収縮のため、負圧の状態となっていると考えられる。

【0009】この場合、液晶セルが上記負圧により変形することでこの負圧を緩和できればよいが、電極基板は複数条の隔壁のため変形しにくい。そのため、液晶セル内の負圧を緩和することができず、その結果、液晶セル内に上述のごとく気泡が発生すると考えられる。ここで、気泡の発生状況につき、もう少し詳細に説明すると、気泡は、図9及び図10にて符号5により示すごとく、両電極基板1、2の間に複数条の隔壁4により形

成される複数条の充填部6の各幅方向中央にて各充填部の長手方向に沿い線状に発生する。

【0010】換言すれば、各充填部6内のスマートチック液晶の体積収縮により液晶セルの内部が負圧になるとということと、各隔壁の形成材料に起因してスマートチック液晶と各隔壁との間のぬれ性がよいためにスマートチック液晶を各隔壁側へ引き寄せせる力が働くことによって、線状気泡5が、各充填部6の幅方向中央に発生するものと考えられる。

10 【0011】これに伴い、液晶セルの表示領域では、各線状気泡5による線状表示が発生する。また、上記気泡の発生に対する対策として、液晶セルに対するスマートチック液晶の充填密度を高めることも考えられる。その一例としては、特開平6-67136号公報にて示すように、液晶セルに対しスマートチック液晶を加圧による注入する方法があるが、これによっても、上記気泡の発生防止には不十分である。

【0012】この点につき詳細に述べると、スマートチック液晶の未充填領域である気泡は、常温では確かに低減されるが、液晶セルの使用温度は0℃以下になる可能性がある。従って、液晶セルがこのような低温環境にさらされると、スマートチック液晶の体積は、図11のグラフにて示すように、さらに収縮するため、液晶セルの内部は負圧状態となる。このため、液晶セル内には線状気泡が発生すると考えられる。そして、このように一度発生した気泡は、液晶セルの温度を常温に戻しても、消滅せず残存するため、液晶セルの表示領域(図9にて一点鎖線で囲う領域参照)における表示不良の原因となる。

【0013】そこで、本発明は、以上のようなことに対処するため、両電極基板の間に各複数の隔壁により形成される複数の充填部のうち各充填部をその間の隔壁を介して相互に連通させることで、常温で高粘度を有する液晶の体積収縮により両電極基板の間に発生する負圧を緩和するようにした液晶セルを提供することを目的とする。

## 【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決にあたり、請求項1に記載の発明によれば、液晶セルは、両電極基板(10、20)と、これら両電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、このシールの内周側にて両電極基板の間に互いに間隔をおいて並行に挿持されて複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、両電極基板間にシールを介し各充填部に充填された液晶(30)とを備える。

【0015】そして、複数条の隔壁には、貫通孔部(41、44)が複数の充填部のうち互いに隣接する各充填部を相互に連通させるようにそれぞれ形成されている。このように構成する液晶セルの両電極基板の間に各充填部に液晶をその軟化状態にて真空注入する場合、両電極基板の間隔が各隔壁により変動不能に維持されてい

るため、液晶が温度による体積収縮を起こしても、両電極基板は変形できず、各充填部内に負圧を生ずる。

【0016】しかし、上述のごとく各貫通孔部が各隔壁に形成されているから、互いに隔壁を介し隣接する両充填部内の液晶部分が、当該隔壁の各貫通孔部を通り、相互に流動し合って、各充填部内に発生した負圧が緩和される。また、上述のように各充填部内のスマートチック液晶が体積収縮すると、両電極基板の間隔が各隔壁により変化不能に維持されているため、シールの内表面近傍の気泡の体積が上記負圧に応じて増大する。換言すれば、両電極基板の間隔が変化不能なため、シールの内表面近傍の気泡の体積が、液晶の体積収縮分だけ増大し、上記負圧を緩和させる方向に作用する。

【0017】これにより、各充填部内の負圧が良好に緩和されて、液晶セルの表示領域内での線状気泡の発生が未然に防止され得る。ここで、請求項2に記載の発明のように、請求項1に記載の液晶セルにおいて、各貫通孔部は、両電極基板の一方の内壁近傍にて、各隔壁に形成されていてもよい。

【0018】また、請求項3に記載の発明によれば、液晶セルは、両電極基板(10、20)と、これら両電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、このシールの内周側にて両電極基板の間に互いに間隔をおいて並行に挿持されて複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、両電極基板間にシールを介し各充填部に充填された液晶(30)とを備える。

【0019】そして、両電極基板の一方は、その複数条の隔壁に対向する内表面(14、26)にて、これに対向する複数条の隔壁の端面(42、43)との間にて、一方の電極基板の形成時にその内表面に形成される窪みでもって、複数の充填部のうち互いに隣接する各充填部を相互に連通させる貫通孔部(41、44)を形成している。

【0020】このように、貫通孔部が、一方の電極基板の形成時にその内表面に形成される窪みでもって形成されても、請求項1に記載の発明と同様の作用効果を達成できる。また、請求項4に記載の発明によれば、請求項1乃至3のいずれか一つに記載の液晶セルにおいて、液晶はスマートチック液晶であって、各貫通孔部は、スマートチック液晶の体積収縮に伴い複数の充填部内に発生する負圧を緩和するように形成されている。

【0021】これにより、請求項1乃至3のいずれか一つに記載の発明の作用効果をより一層向上できる。また、請求項5に記載の発明によれば、請求項1乃至3のいずれか一つに記載の液晶セルにおいて、液晶はスマートチック液晶であって、複数の貫通孔部は、スマートチック液晶の充填時に各貫通孔部内に流動する液晶部分の流れの淀みや乱れの発生を防止するような開口形状を有する。

【0022】このため、スマートチック液晶の充填後にこのスマートチック液晶の配向不良或いは液晶層の分離といった弊害の発生を抑制できる。また、請求項6に記載の発明によれば、請求項1乃至5のいずれか一つに記載の液晶セルにおいて、両電極基板の少なくとも一方は、その内表面として、一軸配向処理された配向膜(14、26)を備えており、複数条の隔壁は、前記両電極基板の間にて、前記配向膜の一軸配向処理の方向に沿い延在している。

- 10 【0023】これにより、液晶の相構造の強度を確保することができ、その結果、請求項1乃至5のいずれか一つに記載の発明の作用効果を良好な表示を確保しつつ達成できる。また、請求項7に記載の発明によれば、液晶セルは、第1電極基板(10)と、この第1電極基板に対向する第2電極基板であってカラーフィルタ層(22)及び遮光層(23)を交互に複数条ずつ配置するように内蔵してなる第2電極基板(20)と、第1及び第2の電極基板の間にその周縁部にて介装された帯状シール(20a)と、このシールの内周側にて複数のカラーフィルタ層に直交するように第1及び第2の電極基板の間に挿持された複数条の隔壁であって互いに間隔をおいて並行に位置されて第1及び第2の電極基板の間に複数の充填部(50)を形成する複数条の隔壁(40)と、第1及び第2の電極基板間にシールを介し各充填部に充填された液晶(30)とを備える。

- 20 【0024】そして、複数のカラーフィルタ層のうち互いに隣接する各両カラーフィルタ層の間の領域に対応して第2電極基板の内壁に形成される各窪みが、複数の充填部のうち互いに隣接する各両充填部を相互に連通させる貫通孔部(42、44)として形成されている。このように、両電極基板の一方がカラーフィルタ層と遮光層を内蔵する構成を有していても、上述のように、貫通孔部を各両カラーフィルタ層の間の領域に対応して第2電極基板の内壁に形成される各窪みでもって形成することで、請求項1に記載の発明と同様の作用効果を達成できる。

- 30 【0025】また、請求項8に記載の発明によれば、請求項7に記載の液晶セルにおいて、液晶はスマートチック液晶であって、各貫通孔部は、スマートチック液晶の体積収縮に伴い複数の充填部内に発生する負圧を緩和するよう形成されている。これによっても、請求項4に記載の発明と実質的に同様の作用効果を達成できる。

- 40 【0026】また、請求項9に記載の発明によれば、請求項7に記載の液晶セルにおいて、液晶はスマートチック液晶であって、複数の貫通孔部は、スマートチック液晶の充填時に前記各貫通孔部内に流動する液晶部分の流れの淀みや乱れの発生を防止するような開口形状を有する。これによっても、請求項5に記載の発明と実質的に同様の作用効果を達成できる。

- 50 【0027】また、請求項10に記載の発明によれば、

請求項7乃至9のいずれか一つに記載の発明において、第1及び第2の電極基板の少なくとも一方は、その内壁として、一軸配向処理された配向膜(14、26)を備えており、複数条の隔壁は、第1及び第2の電極基板の間に、配向膜の一軸配向処理の方向に沿い延在している。

【0028】これによっても、請求項6に記載の発明と実質的に同様の作用効果を達成できる。

#### 【0029】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施形態を図面に基づいて説明する。

(第1実施形態) 図1乃至図3は、本発明に係る液晶セルの一実施形態を示している。この液晶セルは、下側電極基板10と、上側電極基板20とを備えており、これら両電極基板10、20の間には、スマクチック液晶30が、帯状シール20a(図7参照)の内周側にて、複数条の隔壁40と共に設けられている。なお、スマクチック液晶30としては、強誘電性液晶や反強誘電性液晶が用いられる。また、スマクチック液晶30と類似した粘度特性を有する液晶、即ち、常温では高粘度を有する液晶をスマクチック液晶30に代えて用いてもよい。

【0030】下側電極基板10は、透明基板11の内表面に複数条の金属電極12、複数条の透明電極13及び配向膜14を順次形成して構成されている。ここで、各金属電極12は、対応の透明電極13の幅方向中央部の裏面と透明基板11の内表面との間にて対応の透明電極13の長手方向に沿い形成されている。これにより、各金属電極12は、各対応の透明電極13の内部抵抗を低下させる。なお、図1では、配向膜14は省略されている。また、電極基板10は、走査電極基板に相当する。

【0031】一方、上側電極基板20は、透明基板21の内表面に複数条のカラーフィルタ層22、複数条のブラックマスク層23、オーバーコート層24、複数条の透明電極25及び配向膜26を順次形成して構成されている。ここで、複数条のカラーフィルタ層22及び複数条のブラックマスク層23は、カラーフィルタ層及びブラックマスク層を交互に互いに並行に透明基板21の内表面に沿い形成されている。また、各透明電極25は、オーバーコート層24を介し、対応のカラーフィルタ層22に対向しつつこのカラーフィルタ層22に沿うように延在している。

【0032】また、複数条の透明電極25は複数条の透明電極13に直角に延在するように配置されスマクチック液晶30と共に複数のマトリックス状画素を構成する。なお、図1では、オーバーコート層24及び配向膜26は省略されている。また、電極基板20は、信号電極基板に相当する。各隔壁40は、各対応の透明電極13の幅方向中央部を介し各対応の金属電極12に対向し、この金属電極12の長手方向に沿いストライプ状に延在している。ここで、これら各隔壁40は、各対応の

金属電極12と同一の幅を有する。

【0033】これにより、複数条の隔壁40は、両電極基板10、20の間に密着挟持されて複数条の充填部50を形成し、両電極基板10、20の間隔を均一に保持し、かつ、液晶セルとしての耐震性及び耐衝撃性を高める。また、各隔壁40は、図3にて示すごとく、貫通孔部41を備えており、これら各貫通孔部41は、複数条のカラーフィルタ層22のうち各カラーフィルタ層22の間の領域に沿い、配向膜14の内面(スマクチック液晶30側の面)上にて各隔壁40の裏面42にそれぞれ形成されている。

【0034】これにより、貫通孔部41は、各両カラーフィルタ層22の間の領域の数に対応する数だけ、隔壁の幅方向に向け形成されて、当該隔壁の両側に位置する両充填部50を連通させている。次に、このように構成した液晶セルの製造方法について図4及び図5を参照して説明する。

【0035】図4の下側電極基板形成工程S1において、上記構成の下側電極基板10を形成する。次に、上側電極基板形成工程S2につき図4及び図5に基づいて説明する。まず、図5のブラックマスク形成工程S21では、透明基板21の内表面に複数条のブラックマスク層23を互いに所定間隔を以て並行に形成する。

【0036】ついで、カラーフィルタ層形成工程S22において、複数条のカラーフィルタ層22の各々を、複数条のブラックマスク層23のうち互いに隣接する各両ブラックマスク層23の間にブラックマスク層23の長手方向に沿い透明基板21の内表面に形成する。その後、オーバーコート形成工程S23において、オーバーコート層24を、複数条のカラーフィルタ層22及び複数条のブラックマスク層23を介し透明基板21の内表面に形成する。

【0037】そして、透明電極形成工程S24において、各透明電極25を、オーバーコート層24を介し、各対応のカラーフィルタ層22に対向するよう、当該カラーフィルタ層22に沿い形成する。然る後、配向膜形成工程S25において、配向膜26を、各透明電極25を介しオーバーコート層24に形成する。

【0038】このようにして上側電極基板形成工程S2の処理を終了した後、図4の隔壁形成工程S3において、次のようにして複数条の隔壁40を上側電極基板20の内表面に形成する。即ち、フォトレジスト材料を、上側電極基板20の内表面に配向膜26の内表面を含め全面的に約1.6μmの厚さにて塗布しフォトレジスト膜を形成する。そして、このフォトレジスト膜をフォトリソグラフィ法により所定パターン(それぞれ互いに並行な複数条の隔壁40及び複数条の金属電極12に対応するパターン)に露光現像処理を施して、複数条の隔壁40を上側電極基板20の内表面に形成する。

【0039】このとき、上記レジスト膜のうち互いに隣

接し合う各両カラーフィルタ層22の間の溝部に対応する領域には、オーバーコート層24の形成後に発生している窪みに相当する分だけ窪みが生ずる。この窪み量は、電極基板20におけるカラーフィルタ層22、ブラックマスク層23、オーバーコート層24及び透明電極25の形成構造により異なるが、約0.5μm乃至1.0μmの範囲内となった。

【0040】なお、本実施形態では、ブラックマスク層23の厚さを約0.2μmとし、カラーフィルタ層22の厚さを約1.6μmとし、オーバーコート層24の厚さを約1.2μmとし、また、透明電極25の厚さを約2000Åとした。次に、ラビング工程S4において、下側電極基板10の配向膜14の内表面にラビング処理を施すとともに、ラビング工程S5において、上側電極基板20の配向膜26の内表面に複数条の隔壁40を介しラビング処理を施す。なお、両配向膜14、26に対するラビング方向は、両電極基板10、20を重ね合わせたとき、スマクチック液晶30の配向方向を規制するようになっている。

【0041】これらラビング工程において、各配向膜14、26のラビング方向は、各隔壁40の長手方向に並行であるとともに、互いに同一方向或いは互いに逆方向であることが望ましい。その根拠は次の通りである。図9及び図10に基づき既に説明したように、気泡が各充填部50の幅方向中央にて隔壁40の長手方向に沿い、線状に発生する。そして、上述のごとく、各充填部50内でのスマクチック液晶の体積収縮により各充填部50内に負圧が発生すること、及びスマクチック液晶と隔壁40とのぬれ性が良好なためにスマクチック液晶を隔壁40側に引き寄せる力が作用することにより、これら各線状気泡は、各充填部40の幅方向中央に発生するものと考えられる。

【0042】従って、図6(a)にて示すごとく、隔壁40の長手方向に直交する方向(図示矢印A方向)に配向膜26の内表面をラビングした場合、スマクチック液晶30の液晶層31は、隔壁40の長手方向に並行に発生する。また、スマクチック液晶30の特性として、液晶層31で分離し易いため、充填部50内が負圧になったときに線状気泡が発生し易くなる。

【0043】一方、図6(b)にて示すように、隔壁40の長手方向に並行な方向(図示矢印B方向)に配向膜26の内表面をラビングした場合、スマクチック液晶30の液晶層31は、隔壁40の長手方向に直交する方向に発生する。このため、液晶層31での分離が起こりにくい。このことは、液晶層31が充填部50内の負圧に対して強くなることを意味する。

【0044】従って、上述の通り、各配向膜14、26のラビング方向は、各隔壁40の長手方向に並行であるとともに、互いに同一方向或いは互いに逆方向であることが望ましい。次のシール印刷工程S6においては、電

極基板10の内表面周縁部に熱硬化性樹脂をコ字状に印刷しシール20aとして形成する。なお、このとき、液品注入口も形成する。

【0045】その後、重ね合わせ工程S7において、両電極基板10、20を、シール20a及び複数条の隔壁40を介し重ね合わせる。この場合、両配向膜14、26の各配向方向が、各隔壁40の長手方向に並行となるように、両電極基板10、20の重ね合わせを行う。ついで、加熱加圧工程S8における処理を次のようにして行う。

【0046】上述のように重ね合わせた両電極基板10、20を、加熱加圧装置60内に図4にて示すように配置した後、この加熱加圧装置60の内部をヒータにより加熱する。その後、加熱加圧装置60の上壁61の内面に設けたエアバッグ62(シリコンゴムからなる)内に、ガス供給管63から窒素ガスN2を圧送する。これに伴い、エアバッグ62が膨張して両電極基板10、20を載置板64上に均一加圧する。このとき、加圧力は0.9kg/cm<sup>2</sup>であり、加熱温度は190℃であ

20 り、これらの状態中に、両電極基板10、20を60分の間保持した。その後、徐冷により、加熱加圧装置60の内部を室温及び常圧に戻した。

【0047】以上のような加熱加圧工程S8における処理に伴い、各隔壁40の高さ(両電極基板10、20の間隔に対応する)は、約0.1μm乃至0.2μmだけ潰れた。これに伴い、金属電極12の厚さは上述の通り約0.3μmであることを考慮すると、スマクチック液晶30の液晶層の厚さ、即ち、両電極基板10、20の間隔は、最終的に、約1.7μmとなった。

30 【0048】なお、各隔壁40の高さを潰す量を調節する方法としては、各隔壁40の硬さを調整する方法と、各隔壁40を潰す力を調整する方法があるが、前者では、ブレーキングの温度や時間を調整することが考えられ、後者では、両電極基板10、20に対する加圧力を調整することが考えられる。また、上述のような加熱加圧処理では、各カラーフィルタ層22の厚さと各ブラックマスク層23の厚さとの差に基づき、各隔壁40の上面が、図3にて示すごとく、各両カラーフィルタ層22の間の溝状領域に対応する部分にて当該溝状領域40内に隆起する。

【0049】これに伴い、各隔壁40の裏面41のうち上記各隆起部分に対応する部分が、当該各隆起部分の隆起に伴い窪む。このため、各隔壁40の裏面41の各窪み部分が配向膜14の内表面との間に各貫通孔部41としてそれぞれ形成される。これにより、隔壁40毎に、各貫通孔部41が、対応の隔壁40の両側に位置する両充填部50を相互に連通させる。

【0050】ここで、上述のように、各隔壁40の高さが約0.1μm乃至0.2μmだけ潰れているから、貫通孔部41の内径は、約0.3μm乃至0.9μmの範

囲の値となる。また、後述するスマクチック液晶の注入時に、各貫通孔部41に流入するスマクチック液晶の流れに乱れや淀みが発生すると、スマクチック液晶の配向不良の原因となる。このため、各貫通孔部41の内径は、上記流れの乱れや淀みが発生しない大きさであればよい。

【0051】次に、液晶注入工程S9において、上述のように加熱加圧処理した両電極基板10、20を、真空容器内に収容して約120℃に加熱した状態に維持する。このような状態にて、上記真空容器の内部を約2時間減圧することで、両電極基板10、20間の領域を同様に減圧し、両電極基板10、20の一方の液晶注入口近傍部分にスマクチック液晶を滴下する。これに伴い、スマクチック液晶が軟化してシール20aの液晶注入口を塞ぐ。

【0052】このような状態にて、上記真空容器の内部を大気圧に戻しこの大気圧状態を12時間保持する。こ

(71.8℃)

Cry → SmC<sub>A</sub> \* → SmC\*

或いは、その逆となっている。

【0055】従って、120℃にて注入したスマクチック液晶の体積は、ISO相(等方相)で、0.958 cm<sup>3</sup>/gであり、常温の25℃では、約8%収縮し、さらに、-20℃では、約10%収縮する。しかし、上述のようにして作製した液晶セルは、-20℃の低温で100時間放置しても、シール20aの近傍の気泡Pの残存領域が大きくなるだけで、液晶セルの表示領域内での線状気泡は発生しなかった。従って、液晶セルに表示不良は発生しなかった。

【0056】この理由について検討してみると、まず、第1に、両電極基板10、20の間の各充填部50内のスマクチック液晶には上述のように体積収縮が発生するが、各隔壁40と配向膜14との間には、貫通孔部41が上述のごとく形成されている。このため、互いに隔壁40を介し隣接する両充填部50内の液晶部分が、当該隔壁40の各貫通孔部41を通り、相互に流動し合って、各充填部50内に発生した負圧が緩和される。

【0057】また、第2に、上述のように各充填部50内のスマクチック液晶に体積収縮すると、両電極基板10、20の間隔が各隔壁40により変化不能に維持されているため、シール20aの内表面近傍の気泡Pの体積が上記負圧に応じて増大する。このことは、両電極基板10、20の間隔が変化不能なため、気泡Pの体積が、スマクチック液晶の体積収縮分だけ増大し、上記負圧を緩和させる方向に作用することを意味する。

【0058】以上のような第1及び第2の現象に基づき、各充填部50内の負圧が良好に緩和されて、液晶セルの表示領域内での線状気泡の発生が未然に防止されるものと考えられる。

(第2実施形態) 図8は、本発明に係る液晶セルの第2

の段階では、両電極基板10、20の間の領域と両電極基板10、20の外側との間に生ずる差圧に応じて、スマクチック液晶が両電極基板10、20の間の各充填部50内にシール20aの液晶注入口を通して吸引注入される。これにより、スマクチック液晶の充填が終了する。

【0053】その後、封止工程S10において、シール20aの液晶注入口を封止する。これにより、液晶セルの製造が終了する。ところで、上述のような液晶注入工程S9の処理過程においては、両電極基板10、20の間の各充填部50内に発生した気泡を完全に無くすることは困難で、気泡が、図7にて符号Pにより示すごとく、シール20aの内表面近傍に残存する。

【0054】ここで、本実施形態では、各充填部50に注入したスマクチック液晶の温度による体積変化は、図11のグラフに従う。また、スマクチック液晶の液晶相の相系列は、

(73.6℃) (82.6℃)

Cry → SmC<sub>A</sub> \* → SmC\*

20 実施形態を示している。

【0059】この第2実施形態では、各貫通孔部44が、上記第1実施形態にて述べた各貫通孔部41に代えて、上側電極基板20と各隔壁40との間に形成されている。ここで、各貫通孔部44は、次のようにして形成される。上記第1実施形態にて述べたように上側電極基板形成工程S2において上側電極基板20を形成すると、配向膜26及びオーバーコート層24のうち互いに隣接し合う各両カラーフィルタ層22の間の溝状領域に対応する部分が、図8にて示すごとく、当該各溝状領域内に落ち込む。

【0060】そこで、本第2実施形態では、上記第1実施形態とは異なり、複数の隔壁40を、図4の下側電極基板形成工程S1にて形成された下側電極基板10の配向膜14の内表面に、上述と同様の方法により形成する。この場合、下側電極基板10の配向膜14は平面状になっているため、各隔壁40の上下両端面は、図8にて例示するごとく、その全体に亘り、ほぼ平行となっている。

【0061】その後、上記第1実施形態と実質的に同様に、図4のラビング工程S4、S5及びシール印刷工程S6の処理を行う。このような処理後、図4の重ね合わせ工程S7において、上記第1実施形態と同様に、両配向膜14、26の各配向方向が、各隔壁40の長手方向に並行となるように、両電極基板10、20の重ね合わせを行う。

【0062】これにより、各貫通孔部44が、図8にて例示するごとく配向膜26と各隔壁40の表面43との間に形成される。ついで、図4の加熱加圧工程S8の処理を行う。この加熱加圧工程S8の処理では、上記第1実施形態にて述べたと同様に、両電極基板10、20に

50 実施形態にて述べたと同様に、両電極基板10、20に

対し加熱加圧処理が行われるが、各隔壁 40 の上下両端面 41、43 は、その全体に亘り、平行となっており、かつ電極基板 20 の配向膜 14 も平面状となっている。

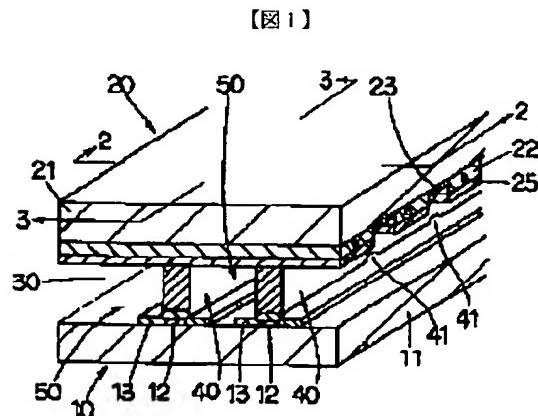
【0063】従って、上記加熱加圧処理がなされても、配向膜 26 が図 8 にて示すような窪みを有したままに維持される。これにより、各貫通孔部 44 が図 8 にて例示するように電極基板 20 と各隔壁 40 との間に形成される。このように形成された各貫通孔部 44 は、上記第 1 実施形態にて述べた各貫通孔部 41 と同様に、隔壁 40 を挟む両充填部 50 を相互に連通させる。

【0064】その結果、上記第 1 実施形態と同様の作用効果を達成できる。なお、本発明の実施にあたっては、液晶セルは、カラーフィルタ層を用いない液晶セルであってもよく、この場合には、当該液晶セルの両電極基板の一方の各透明電極の厚さを、例えば、上記第 1 或いは第 2 の実施形態にて述べた貫通孔部 41 或いは 44 を形成し得る程度に設定することで当該貫通孔部に対応する窪みを形成するようとする。

【0065】また、本発明の実施にあたり、液晶としては、スマートチック液晶に限ることなく、このスマートチック液晶と同様に温度に対する粘度の特性を有する液晶を採用してもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る液晶セルの第 1 実施形態を示す部分斜視図である。



【図 1】

【図 2】図 1 にて 2-2 線に沿う断面図である。

【図 3】図 1 にて 3-3 線に沿う断面図である。

【図 4】図 1 の液晶セルの製造方法を示す工程図である。

【図 5】図 4 の上側電極基板形成工程の詳細工程図である。

【図 6】(a)、(b)は上記第 1 実施形態における配向膜を矢印 A 方向及び B 方向にそれぞれラビング処理した場合のスマートチック液晶の相構造を示す液晶セルの模式的部分断面図である。

【図 7】図 4 の液晶注入工程においてシールの内周面近傍に生ずる気泡の状態を上側電極基板を除いた状態で示す部分平面図である。

【図 8】本発明の第 2 実施形態を示す部分断面図である。

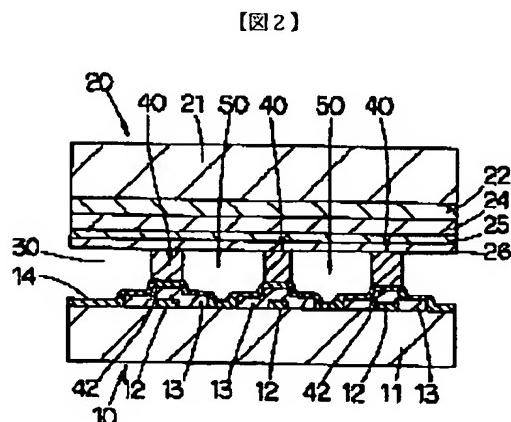
【図 9】従来の液晶セルの平面図である。

【図 10】図 9 にて 10-10 線に沿う部分断面図である。

【図 11】従来の液晶セル内のスマートチック液晶の体積と温度との関係を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

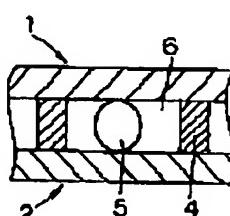
10、20…電極基板、14、26…配向膜、20 a…シール、22…カラーフィルタ層、23…ブラックマスク層、40…隔壁、30…スマートチック液晶、41、44…貫通孔部。



【図 2】

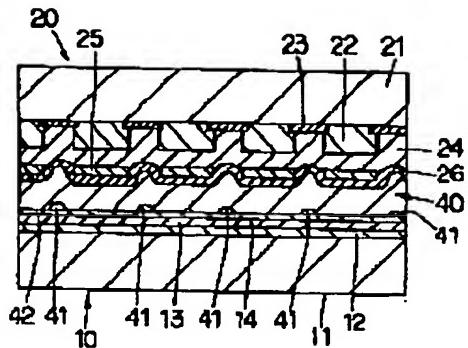


【図 7】

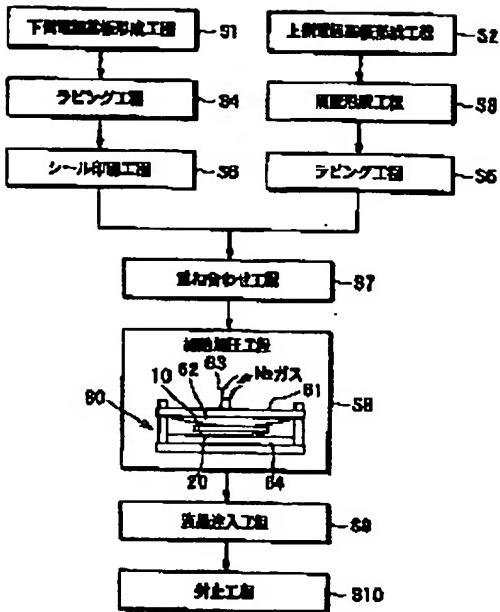


【図 10】

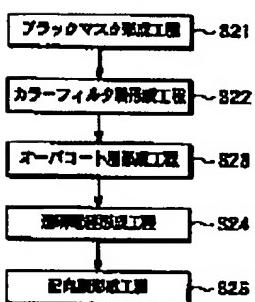
【図 3】



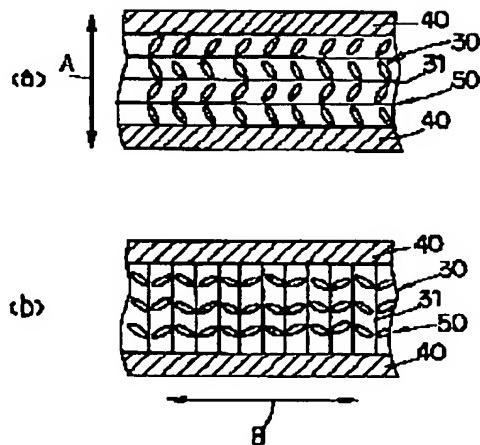
【図 4】



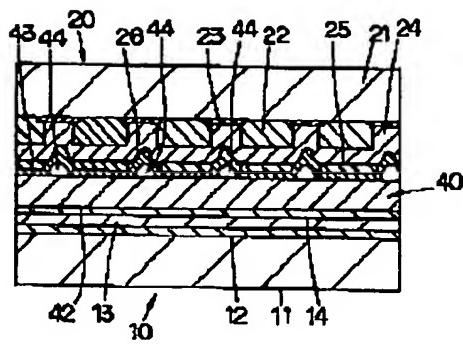
【図 5】



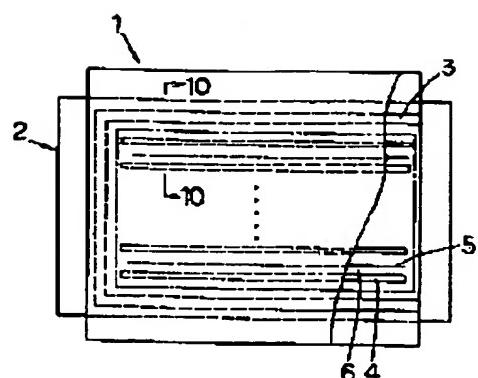
【図 6】



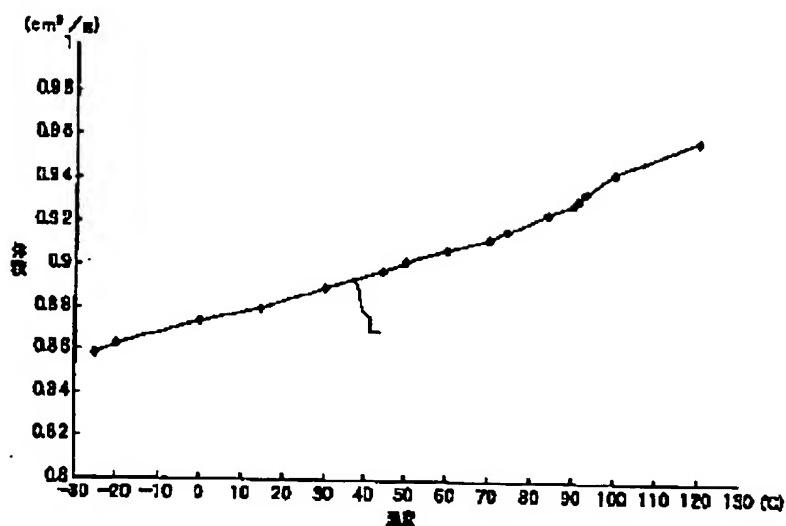
【図8】



【図9】



【図11】




---

フロントページの続き

(72)発明者 井ノ口 和宏  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内